

УДК 004.942

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ В УПРАВЛІННІ УСТАЛЕНИМИ РЕЖИМАМИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ АГРЕГАТІВ

Воробець Георгій, Коваленко Катерина

Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

Анотація

Вирішена задача управління усталеними режимами установки вирощування кристалів, з використанням запропонованого удосконаленого метода пошуку рішень в управлінні неперервними технологічними агрегатами.

Abstract

The problem of steady state control installations crystal growth using the proposed improved method of finding solutions in the management of continuous technological units.

Процес оптимізації лежить в основі всієї інженерної діяльності. Метою оптимізації є знаходження найкращого рішення серед багатьох потенційно можливих у відповідності з деяким критерієм ефективності або якості.

Промислові технологічні агрегати неперервної дії характеризуються значною кількістю вхідних параметрів, які впливають на показники їх роботи і в часі знаходяться в перехідних та усталених режимах. Головними вимогами в управлінні таких технологічних агрегатів є розв'язання задачі оптимізації усталених режимів. В значній кількості для технологічних агрегатів сформулюється задача пошуку оптимальних режимів: знайти такі значення вхідних параметрів в межах заданих по кожному вхідному параметру їх допустимих мінімальних X_{\min} та максимальних X_{\max} значень, які забезпечують екстремальне (мінімальне Y_{\min} або максимальне Y_{\max}) з заданою похибкою.

Такі задачі оптимізації технологічних агрегатів вирішуються з використанням методів багатомірного пошуку, які відпрацьовані, перевірені і є ефективними [1]. Крім того, для більшості з них створено прикладні програми, які входять в склад більшості пакетів прикладних програм (Matcard, Matlab, Exess тощо).

Одним із таких технологічних агрегатів, який потребує використання комп'ютерних систем для управління усталеними режимами є установка вирощування кристалів. Процес вирощування напівпровідникових кристалів CdTe методом Бріджмена здійснюється у теплових дво-, або тризонних печах. Для забезпечення високої якості вирощуваного кристалу необхідно щоб температура $T_{2\text{вих}}$ в другій зоні тризонної установки, де тривалий час знаходиться ампула з розплавленою речовиною, була зафіксована на 10-20 °C вище температури кристалізації зразка 1092 °C, а $T_{3\text{вих}}$ в третій – зоні охолодження, фіксовано підтримувалась нижче температури плавлення CdTe на аналогічну величину.

В задачі автоматизованого управління процесом вирощування кристалів за умови, що температура одного з нагрівачів може у часі зазнавати відхилень від заданого значення, необхідно для компенсації цієї зміни задати контрольовану зміну значень температури інших нагрівачів, щоб фіксувати координати точки кристалізації. Але визначити величини зміни значень $T_{2\text{вих}}$, $T_{3\text{вих}}$ неможливо без адекватних рівнянь, які описували б їх вплив на $T_{2\text{вих}}$ і $T_{3\text{вих}}$.

Тому першочерговою задачею управління установкою синтезу кристала є отримання адекватних рівнянь процесу, що забезпечує можливість визначати такі значення вхідних параметрів $T_{2\text{вих}}$ та $T_{3\text{вих}}$ з використанням адекватних моделей, які

забезпечують досягнення заданих значень температури в другій та третій зонах $T_{2\text{вих}}$ та $T_{3\text{вих}}$. За результатами обробки експериментальних даних нелінійна математична модель в записі має вигляд полінома другого ступеня.

Ця математична модель отримана авторами і використовувалась в пошуку позитивних рішень поставленої задачі управління усталеними режимами установки вирощування кристалів.

Оскільки розмірність інженерних задач, як правило, доніми велика, а розрахунки відповідно до алгоритмів оптимізації вимагають значних витрат часу, оптимізаційні методи орієнтовані на одновимірну або багатовимірну мінімізацію функцій головним чином на реалізацію за допомогою ЕОМ.

У вирішенні задачі управління усталеними режимами установки вирощування кристалів, поставлена одна із задач пошуку таких значень вхідних параметрів температури нагрівачів другої зони $T_{2\text{вх}}$ °С та температури нагрівача третьої зони $T_{3\text{вх}}$ °С, які забезпечують задану температуру ампули в другій зоні $T_{2\text{вихзад}}$ °С, з заданими значеннями похибками $\pm \Delta T_{2\text{вихзад}}$ °С.

Для вирішення поставленої задачі запропонований модифікований метод багатовимірного пошуку, який базується на методі повного перебору.

Суть модифікованого методу зводиться до наступного: після розрахунку значення функції (1) $T_{2\text{вих}}$ в поточній ітерації пошуку $T_{2\text{вих}}$ порівнюється не з попередніми розрахованими значеннями функції $T_{2i-1\text{вих}}$, а з заданим значенням $T_{2\text{вихзад}}$ і за умов відповідності $T_{2\text{вих}}$ з $T_{2\text{вихзад}}$ з точністю до $\pm \Delta T_{2\text{вихзад}}$ і при позитивних результатах виконання умов значення $T_{2\text{вих}}$ відносяться до позитивних рішень поставленої задачі і зберігається.

Рішення задачі управління установкою вирощування кристалів з використанням модифікованого методу закінчується не одним розв'язком, а в тій кількості розв'язків, які забезпечують умовам задач технологічного регламенту установки вирощування кристалів.

В таблиці 1 приведено частину тих позитивних рішень задачі, які задовольняють умовам рішення задачі по забезпеченню досягнення температури ампули в другій зоні рівного 1100°С з похибкою $\pm 3^\circ\text{C}$ відповідають значення температур в другій $T_{2\text{вх}}$ та третьої $T_{3\text{вх}}$ зонах установки вирощування кристалів, які занесені в стовпчик 2 і 3 табл. 1.

Розроблений удосконалений метод повного перебору по пошуку рішення задач управління усталеними режимами процесу вирощування кристалів дозволяє знаходити набір таких значень вхідних параметрів, які забезпечать досягнення заданого значення вихідного параметра в допустимих межах похибки.

Таблиця 1

Рекомендовані рішення для управління

	Рекомендовані значення температур нагрівачів в зонах установки по досягненню заданого значення $T_{2\text{вих}}$		Прогнозоване значення $T_{2\text{вих}}$ температури ампули в другій зоні	Дійсні значення отримані після реалізації рекомендацій
	Друга зона $T_{2\text{вх}}$	Третя зона $T_{3\text{вх}}$		
	2	3	4	5
	1030	812	1100,04	1095
	1026	837	1100,24	1094
	1036	795	1099,63	1099

Список використаних джерел:

1. Бейко И.В., Бублик Б.Н., Зинько П.Н. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации. – К: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – С.512.